Na rozdíl od minulých let nebudete letos psát výpočtovou písemku, ale jedna z otázek při ústní zkoušce (jak uvedeno v „Pravidlech“) může být výpočetního charakteru. Příklady toho, co vás v tomto ohledu může čekat, najdete na následujících 17 stránkách.

Neizotermní průběh reakce, entalpická bilance

Při reakci A + 2 B = 4 R

se s okolím vymění teplo Q. Do reaktoru přivádíte 5 mol A a 2 mol B a 1 mol inertu při teplotě T_0. Při průchodu reaktorem zreaguje 80% B. Jakým postupem zjistíte teplotu při které odcházejí produkty? Jaká data k tomu potřebujete?

Bilance:

$$\left.\begin{array}{l} n_{A0} = 5 \\ n_{B0} = 2 \\ n_{I0} = 1 \end{array}\right\} \; T_0 \qquad \left.\begin{array}{l} n_A = 5 - \xi = 5 - 0{,}8 = 4{,}2 \\ n_B = 2 - 2\,\xi = 0{,}2 \; n_{B0} = 0{,}4 \;\Rightarrow\; \xi = 0{,}8 \\ n_R = 4\,\xi = 3{,}2 \end{array}\right\} \; T = ?$$

$$Q = \int_{T_0}^{T_{ref}} (n_{A0} \cdot C_{pmA} + n_{B0} \cdot C_{pmB} + n_{I0} \cdot C_{pmI})\,\mathrm{d}T \; + \xi \cdot \Delta_r H^{\ominus}(T_{ref}) + \int_{T_{ref}}^{T} (n_A \cdot C_{pmA} + n_B \cdot C_{pmB} + n_I \cdot C_{pmI} + n_R \cdot C_{pmR})\,\mathrm{d}T$$

$$\Delta_r H^{\ominus}(T_{ref}) = \Sigma(\nu_i\, \Delta_{sl} H^{\ominus}(T_{ref})) \quad \text{nebo} \quad \Delta_r H^{\ominus}(T_{ref}) = -\Sigma(\nu_i\, \Delta_{spal} H^{\ominus}(T_{ref}))$$

Potřebná data: $\Delta_{sl} H^{\ominus}(T_{ref})$, $C_{pm} = f(T)$

Reakční vnitřní energie a entalpie

Jaký je při teplotě 300 K rozdíl mezi reakční vnitřní energií a entalpií reakce

$$CaO\,(s) + Cl_2\,(g) = CaCl_2\,(s) + \tfrac{1}{2}\,O_2\,(g)$$

$$\Delta_r H^{\ominus} = \Delta_r U^{\ominus} + \Delta(pV) = \Delta_r U^{\ominus} + \Delta n^{g}\, \boldsymbol{R} T$$

$$\Delta_r U^{\ominus} - \Delta_r H^{\ominus} = -\Delta n^{g}\, \boldsymbol{R} T = -(\tfrac{1}{2} - 1) \cdot 8{,}314 \cdot 300 = 1247{,}1 \text{ J mol}^{-1}$$

Destilace s vodní párou

Voda a CCl_4 jsou prakticky nemísitelné. Při 60°C je tlak nasycené páry vody 20 kPa, tetrachlormethanu 60 kPa. Směs 2 molů vody a 2 molů CCl_4 bude při teplotě 60°C vřít za tlaku

(A) 20 kPa
*(B) 80 kPa
(C) 60 kPa
(D) 40 kPa

Jak vypočítáte kolik vody potřebujete na předestilování 1 gramu tetrachlormethanu?

$p = p_C^s + p_V^s = 20 + 60 = 80$ kPa

$p_C = y_C \cdot p = \gamma_C \cdot x_C \cdot p_C^s = p_C^s$ ($x_C = 1$, $\gamma_C = 1$ (čistá složka)

$p_V = y_V \cdot p = \gamma_V \cdot x_V \cdot p_V^s = p_V^s$ ($x_V = 1$, $\gamma_V = 1$ (čistá složka)

$$\frac{y_V}{y_C} = \frac{n_V}{n_C} = \frac{m_V \cdot M_C}{M_V \cdot m_C} = \frac{p_V^s}{p_C^s}$$

$$m_C = 1 \text{ g} \quad , \quad m_V = \frac{p_V^s}{p_C^s} \cdot \frac{M_V}{M_C} = \frac{60}{20} \cdot \frac{18}{(12 + 4 \cdot 35{,}5)} = 0{,}35 \text{ g}$$

Vytřepávání

Rozpustnost jodu ve vodě při 25°C je 0,34 g dm^{-3} a v tetrachlormethanu 29 g dm^{-3}. Můžeme-li předpokládat, že voda a CCl_4 se vůbec nemísí, má Nernstův rozdělovací koeficient pro jod v CCl_4 vzhledem k roztoku jodu ve vodě hodnotu

*(A) 85,3
(B) 0,5
(C) 0,0117
(D) jeho hodnotu ze zadaných údajů nelze zjistit

$$K = \frac{c_1}{c_2} = \frac{0{,}34}{29} = 0{,}0117$$

c_1 –koncentrace jodu ve vodě
c_2 – koncentrace jodu v CCl_4

nebo

$$K = \frac{c_2}{c_1} = \frac{29}{0{,}34} = 85{,}29$$

Koligativní vlastnosti

Koligativní vlastnosti roztoků závisí

(A) jen na rozpouštědle a ne na koncentraci rozpuštěné látky
*(B) jen na molární koncentraci rozpuštěné látky a ne na její chemické povaze
*(C) jen na počtu částic v objemové jednotce roztoku
(D) jen na počtu atomů v molekule rozpuštěné látky

Koligativní vlastnosti

Při srovnání normálních teplot varu vodných roztoků kuchyňské soli (M = 58,5 g/mol), močoviny (M = 60 g/mol) a sacharosy (M = 342 g/mol) o stejné koncentraci, 0,1 hm.%, bychom zjistili, že

(A) teploty varu všech roztoků jsou stejné, protože jde o koligativní chování
(B) nejvýše vře roztok sacharosy
*(C) nejníže vře roztok sacharosy
(D) nejvýše vře roztok močoviny

$\Delta T_v = K_E \cdot \underline{m}_2$

$\underline{m}_2 = \dfrac{m_2}{M_2 \cdot m_1}$, $m_2 = 0{,}1$ g , $m_1 = 99{,}9$ g $= 0{,}0999$ kg

$\Delta T_v(\text{NaCl}) = 2 \cdot K_E \cdot \underline{m}_{\text{NaCl}}$

$\Delta T_v(\text{močovina}) = K_E \cdot \underline{m}_{\text{močovina}}$

$\Delta T_v(\text{sacharosa}) = K_E \cdot \underline{m}_{\text{sacharosa}}$

$$\Delta T_v(\text{NaCl}) : \Delta T_v(\text{močovina}) : \Delta T_v(\text{sacharosa}) = 2\,\underline{m}_{\text{NaCl}} : \underline{m}_{\text{močovina}} : \underline{m}_{\text{sacharosa}}$$
$$= 2\,\frac{0{,}1/0{,}0999}{58{,}5} : \frac{0{,}1/0{,}0999}{60} : \frac{0{,}1/0{,}0999}{342}$$
$$= 0{,}0342 : 0{,}017 : 0{,}0029$$

Nejmenší snížení teploty varu - sacharosa

Rozpustnost plynů v kapalinách

Zvýší-li se tlak plynu nad zředěným roztokem tohoto plynu v kapalině na dvojnásobek,
*(A) zvýší se molární zlomek plynu v kapalině na dvojnásobek
(B) molární zlomek plynu v kapalině klesne na polovinu
(C) molární zlomek plynu v kapalině vzroste čtyřikrát
(D) molární zlomek plynu v kapalině klesne na čtvrtinu
Jaké údaje potřebujete k výpočtu teploty, při níž bude za původního tlaku rozpustnost dvojnásobná?

$(p_i)_1 = K_{\text{H}i} \cdot (x_i)_1$

$(p_i)_2 = 2\,(p_i)_1 \quad \Rightarrow \quad (x_i)_2 = 2\,(x_i)_1$

Potřebuji $\Delta_{\text{rozp}}H$:

$$\ln\frac{(K_{\text{H}i})_{T2}}{(K_{\text{H}i})_{T1}} = \frac{\Delta_{\text{rozp}}H}{\boldsymbol{R}}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

$(p_i)_1 = (K_{\text{H}i})_{T2} \cdot (x_i)_2$, $(x_i)_2 = 2\,(x_i)_1$

$$(K_{\text{H}i})_{T2} = \frac{(p_i)_1}{(x_i)_2} = \frac{(p_i)_1}{2\,(x_i)_1} = \frac{(K_{\text{H}i})_1}{2}$$

$$\ln\frac{\frac{(K_{\text{H}i})_{T1}}{2}}{(K_{\text{H}i})_{T1}} = \frac{\Delta_{\text{rozp}}H}{\boldsymbol{R}}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \quad \frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} + \frac{\boldsymbol{R}}{\Delta_{\text{rozp}}H} \cdot \ln\frac{1}{2}$$

Osmotický tlak roztoků elektrolytů

Osmotický tlak roztoku $K_3Fe(CN)_6$ o koncentraci 0,1 mol dm^{-3} bude
*(A) vyšší
(B) stejný
(C) nižší
ve srovnání s osmotickým tlakem roztoku KCl o stejné koncentraci. Kolikrát?

$\pi = \nu\, c_2\, \boldsymbol{R}T$

I. $K_3Fe(CN)_6 = 3\,K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$ $\quad \nu_I = 4$ $\quad \pi_I = 4 \cdot c_2\, \boldsymbol{R}T$

II. $KCl = K^+ + Cl^-$ $\quad \nu_{II} = 2$ $\quad \pi_{II} = 2 \cdot c_2\, \boldsymbol{R}T$

$\pi_{II}/\pi_I = 2$

Směr chemické reakce, reakční izoterma

Při teplotě 900 K se kapalný cín za přítomnosti kyslíku oxiduje na tuhý oxid číničitý. Standardní změna Gibbsovy energie této reakce má při uvedené teplotě hodnotu –420 kJ mol^{-1}. Při tavení cínu v argonové atmosféře, která obsahuje kyslík o parciálním tlaku 10^{-4} kPa,

*(A) cín se bude oxidovat
(B) cín se nebude oxidovat
(C) nelze rozhodnout

Standardní stav: ideální plyn za teploty soustavy a tlaku 101,325 kPa.

$\mathrm{Sn\,(\ell) + O_2\,(g) = SnO_2\,(s)}$

$$\Delta_r G = \Delta_r G^\ominus + \boldsymbol{R}T \ln \left(\frac{a_{\mathrm{SnO_2}}}{a_{\mathrm{Sn}} \cdot a_{\mathrm{O_2}}} \right)_{\text{mimo rovnováhu}} = \Delta_r G^\ominus + \boldsymbol{R}T \ln \left(\frac{p^{\mathrm{st}}}{p_{\mathrm{O_2}}} \right)_{\text{mimo rovnováhu}}$$

$\Delta_r G^\ominus = -420\ \mathrm{kJ\ mol^{-1}}$

$\Delta_r G = -420000 + 8{,}314 \cdot 900 \cdot \ln = -420000 + 103474{,}4 = -316526\ \mathrm{J\ mol^{-1}} < 0$, reakce probíhá směrem k produktům

---

Rovnovážná konstanta

Numerická hodnota rovnovážné konstanty reakce

$$\mathrm{H_2\,(g) + \tfrac{1}{2}\,O_2\,(g) = H_2O\,(g)}$$

je (A) poloviční
*(B) druhá odmocnina
(C) stejná
(D) dvojnásobná

v porovnání s numerickou hodnotou rovnovážné konstanty reakce

$$\mathrm{2\,H_2\,(g) + O_2\,(g) = 2\,H_2O\,(g)}$$

---

(1) $\mathrm{H_2\,(g) + \tfrac{1}{2}\,O_2\,(g) = H_2O\,(g)}$
(2) $\mathrm{2\,H_2\,(g) + O_2\,(g) = 2\,H_2O\,(g)}$

$\Delta_r G_1 = \tfrac{1}{2}\,\Delta_r G_2$
$-\boldsymbol{R}T \ln K_1 = \tfrac{1}{2}\,(-\boldsymbol{R}T \ln K_2)$
$K_1 = (K_2)^{1/2}$

Výpočet rovnovážné konstanty ze složení

Vypočítejte rovnovážnou konstantu a standardní změnu Gibbsovy energie pro $c^{\mathrm{st}} = 1\ \mathrm{mol\ dm^{-3}}$ pro reakci

$$\mathrm{2A + B = 1/2\ R}$$

probíhající roztoku při konstantní teplotě 354 K v reaktoru o konstantním objemu 10 dm^3. Výchozí směs obsahuje 5 molů A a 3 moly B. Po ustavení rovnováhy bylo v rovnovážné směsi analýzou zjištěno 0,6 molu R. Předpokládejte, že znáte hodnoty aktivitních koeficientů.

$V = 10\ \mathrm{dm^3}$
$n_{\mathrm{A0}} = 5\ \mathrm{mol}$, $c_{\mathrm{A0}} = 0{,}5\ \mathrm{mol\ dm^{-3}}$
$n_{\mathrm{B0}} = 3\ \mathrm{mol}$, $c_{\mathrm{B0}} = 0{,}3\ \mathrm{mol\ dm^{-3}}$
$n_{\mathrm{R0}} = 0$
$c_i = n_i / V$, $x = \xi / V$

$c_A = c_{A0} - 2\,x = 0{,}5 - 2\cdot 0{,}12 = 0{,}26$ mol dm^{-3}
$c_B = c_{B0} - x = 0{,}3 - 0{,}12 = 0{,}18$ mol dm^{-3}
$c_R = c_{R0} + 0{,}5\,x = 0{,}6/10 = 0{,}06$ mol dm^{-3} $\Rightarrow$ $x = 0{,}06/0{,}5 = 0{,}12$

$$a_i = \gamma_i \cdot \frac{c_i}{c^{st}}$$

$$K = \frac{a_R^{1/2}}{a_A^2 \cdot a_B} = \frac{\gamma_R^{1/2}}{\gamma_A^2 \cdot \gamma_B} \frac{c_R^{1/2}}{c_A^2 \cdot c_B} \cdot (c^{st})^{-0,5+2+1} = \frac{0{,}06^{1/2}}{0{,}26^2 \cdot 0{,}18} = 20{,}131$$

$\Delta_r G^{\ominus} = -\,\boldsymbol{R}T \ln K = -\,8{,}314 \cdot 354 \cdot \ln 20{,}131 = -8836{,}1$ J mol^{-1}

Bilance simultánních chemických rovnováh

Oxid uhličitý se ve vodě chová jako slabá dvojsytná kyselina disociující podle rovnic

(1) $CO_2 + H_2O = HCO_3^- + H^+$ (disociační konstanta K_1)
(2) $HCO_3^- = CO_3^{2-} + H^+$ (disociační konstanta K_2)

Analytická koncentrace CO_2 nechť je c_0. Napište podmínky rovnováhy v libovolné formě vhodné k numerickému řešení [např. jako soustavu dvou rovnic o neznámých x_1 = rozsah reakce (1) (v koncentračních jednotkách) a x_2 = rozsah reakce (2)]. Zjednodušení: aktivitní koeficienty jsou jednotkové, autoprotolýzu vody lze zanedbat. Rovnice neřešte.

Bilance: $x = \xi/V$
$c_{CO_2} = c_0 - x_1$
$c_{HCO_3^-} = x_1 - x_2$
$c_{H^+} = x_1 + x_2$
$c_{CO_3^{2-}} = x_2$

Rovnovážné konstanty: $a_i = \gamma_i \cdot c_i / c^{st}$, $\gamma_i = 1$, $a_{H_2O} = 1$

$$K_1 = \frac{a_{HCO_3^-} \cdot a_{H^+}}{a_{CO_2} \cdot a_{H_2O}} = \frac{c_{HCO_3^-} \cdot c_{H^+}}{c_{CO_2}} = \frac{(x_1 - x_2)\cdot(x_1 + x_2)}{c_0 - x_1}$$

$$K_2 = \frac{a_{CO_3^{2-}} \cdot a_{H^+}}{a_{HCO_3^-}} = \frac{c_{CO_3^{2-}} \cdot c_{H^+}}{c_{HCO_3^-}} = \frac{x_2 \cdot (x_1 + x_2)}{x_1 - x_2}$$

Bilance simultánních chemických rovnováh

V roztoku probíhají tři reakce:

(1) A + 2 B = R
(2) B + ½ S = D + 2 A
(3) A + ¼ D = 2 R + S

V počáteční směsi jsou přítomny složky A, B, D a R v koncentracích c_{A0}, c_{B0}, c_{D0} a c_{R0}. Sestavte bilanci po ustavení rovnováhy a napište výrazy pro rovnovážné konstanty všech tří simultánních reakcí pro standardní stav c^{st} = 1 mol dm^{-3}. Znáte složení rovnovážné směsi: *a* mol.% A, *b* mol.% A, *s* mol.% S, *r* mol.% R.

Bilance: $x = \xi/V$

$c_A = c_{A0} - x_1 + 2\,x_2 - x_3$

$c_B = c_{B0} - 2\,x_1 - x_2$

$c_D = c_{D0} + x_2 - ¼\,x_3$

$c_R = c_{R0} + x_1 + 2\,x_3$

$c_S = x_3 - ½\,x_2$

$\Sigma c = c_A + c_B + c_D + c_R + c_S =$

$= (c_{A0} - x_1 + 2\,x_2 - x_3) + (c_{B0} - 2\,x_1 - x_2) + (c_{D0} + x_2 - ¼\,x_3) + (c_{R0} + x_1 + 2\,x_3) + (x_3 - ½\,x_2)$

$= c_0 - 2\,x_1 + 1{,}5\,x_2 + 1{,}75\,x_3$

$(c_0 = c_{A0} + c_{B0} + c_{D0} + c_{R0})$

Výpočet rovnovážných přeměn:

$$\frac{c_A}{\Sigma c} = \frac{c_{A0} - x_1 + 2x_2 - x_3}{c_0 - 2x_1 + 1{,}5x_2 + 1{,}75x_3} = a/100$$

$$\frac{c_B}{\Sigma c} = \frac{c_{B0} - 2x_1 - x_2}{c_0 - 2x_1 + 1{,}5x_2 + 1{,}75x_3} = b/100$$

$$\frac{c_D}{\Sigma c} = \frac{c_{D0} + x_2 - 0{,}25\,x_3}{c_0 - 2x_1 + 1{,}5x_2 + 1{,}75x_3} = d/100 = (1 - a - b - r - s)/100$$

$$\frac{c_R}{\Sigma c} = \frac{c_{R0} + x_1 + 2\,x_3}{c_0 - 2x_1 + 1{,}5x_2 + 1{,}75x_3} = r/100$$

$$\frac{c_S}{\Sigma c} = \frac{2\,x_3 - 0{,}25\,x_2}{c_0 - 2x_1 + 1{,}5x_2 + 1{,}75x_3} = s/100$$

Rovnovážné konstanty: $a_i = \gamma_i \cdot c_i / c^{st}$

$$K_1 = \frac{a_R}{a_A \cdot a_B^2} = \frac{\gamma_R \cdot \frac{c_R}{c^{st}}}{\gamma_A \cdot \frac{c_A}{c^{st}} \cdot \left(\gamma_B \cdot \frac{c_B}{c^{st}}\right)^2} = \frac{\gamma_R}{\gamma_A \cdot \gamma_B^2} \cdot \frac{c_R}{c_A \cdot c_B^2} \cdot (c^{st})^{2+1-1}$$

$$K_2 = \frac{a_D \cdot a_A^2}{a_B \cdot a_S^{1/2}} = \frac{\gamma_D \cdot \frac{c_D}{c^{st}} \cdot \left(\gamma_A \cdot \frac{c_A}{c^{st}}\right)^2}{\gamma_B \cdot \frac{c_B}{c^{st}} \cdot \left(\gamma_S \cdot \frac{c_S}{c^{st}}\right)^{1/2}} = \frac{\gamma_D \cdot \gamma_A^2}{\gamma_B \cdot \gamma_S^{1/2}} \cdot \frac{c_D \cdot c_A^2}{c_B \cdot c_S^{1/2}} \cdot (c^{st})^{0{,}5+1-1-2}$$

$$K_3 = \frac{a_S \cdot a_R^2}{a_A \cdot a_D^{1/4}} = \frac{\gamma_S \cdot \frac{c_S}{c^{st}} \cdot \left(\gamma_R \cdot \frac{c_R}{c^{st}}\right)^2}{\gamma_A \cdot \frac{c_A}{c^{st}} \cdot \left(\gamma_D \cdot \frac{c_D}{c^{st}}\right)^{1/4}} = \frac{\gamma_S \cdot \gamma_R^2}{\gamma_A \cdot \gamma_D^{1/4}} \cdot \frac{c_S \cdot c_R^2}{c_B \cdot c_D^{1/4}} \cdot (c^{st})^{1/4+1-1-2}$$

Iontová síla

Roztok $K_4Fe(CN)_6$ má stejnou iontovou sílu jako roztok $K_3Fe(CN)_6$ o molalitě 0,01 mol/kg, je-li jeho koncentrace (mol/kg)

(A) 0,004
(B) 0,006
*(C) 0,010
(D) 0,150

1. $K_3Fe(CN)_6 = 3\ K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$, $\underline{m}_1 = 0{,}01$ mol/kg

$I_1 = 0{,}5 \cdot (\underline{m}_{K^+} \cdot z_+^2 + \underline{m}_- \cdot z_-^2) = 0{,}5 \cdot (3 \cdot 0{,}01 \cdot 1^2 + 0{,}01 \cdot 3^2) = 0{,}06$ mol/kg

2. $K_4Fe(CN)_6 = 4\ K^+ + [Fe(CN)_6]^{4-}$, $\underline{m}_2 = ?$

$I_2 = 0{,}5 \cdot (\underline{m}_{K^+} \cdot z_+^2 + \underline{m}_- \cdot z_-^2) = 0{,}5 \cdot (4 \cdot \underline{m}_2 \cdot 1^2 + \underline{m}_2 \cdot 4^2) = 10\ \underline{m}_2$ mol/kg

$10\ \underline{m}_2 = 0{,}06$

$\underline{m}_2 = 0{,}006$ mol/kg

Součin rozpustnosti

Znáte součin rozpustnosti As_2S_3 pro $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}. Jak vypočítáte koncentraci nasyceného roztoku pro případy, že aktivitní koeficienty

(a) jsou jednotkové,

(b) nejsou jednotkové?

(c) Je možno stanovit součin rozpustnosti elektrochemickým měřením?

$As_2S_3\ (s) = 2\ As^{3+} + 3\ S^{2-}$

$$K_S = a_{As^{3+}}^2 \cdot a_{S^{2-}}^3 = \gamma_+^2 \cdot \left(\frac{c_{As^{3+}}}{c^{st}}\right)^2 \cdot \gamma_-^3 \cdot \left(\frac{c_{S^{2-}}}{c^{st}}\right)^3$$

$\gamma_\pm^5 = \gamma_+^2 \cdot \gamma_-^3$

$c_{As^{3+}} = 2\ c$, $c_{S^{2-}} = 3\ c$, $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}

$K_S = \gamma_\pm^5 \cdot (2\ c)^2 \cdot (3\ c)^3 = 108\ \gamma_\pm^5\ c^5$

(a) $c = \sqrt[5]{\frac{K_S}{108}}$

(b) $c = \frac{1}{\gamma_\pm} \sqrt[5]{\frac{K_S}{108}}$; $\ln \gamma_\pm = -A \cdot z_+ \cdot |z_-| \cdot I^{1/2}$

$I = 0{,}5\ (c_{As^{3+}} \cdot z_+^2 + c_{S^{2-}} \cdot z_-^2) = 0{,}5\ (2\ c \cdot 3^2 + 3\ c \cdot 2^2) = 15\ c$

(c) z vodivostních měření

$c = \frac{\kappa}{\lambda} \cong \frac{\kappa}{\lambda^\infty}$

Molární vodivost

Molární vodivosti vodných roztoků elektrolytů při nekonečném zředění a teplotě 25°C mají hodnoty (v S m^2 mol^{-1}): NH_4Cl 0,0150 , NaCl 0,0126 , NaOH 0,0247. Molární vodivost vodného roztoku amoniaku bude mít při nekonečném zředění hodnotu

(A) 0,0029 S m^2 mol^{-1}

(B) 0,0223 S m^2 mol^{-1}

*(C) 0,0271 S m^2 mol^{-1}

(D) 0,0523 S m^2 mol^{-1}

(E) ze zadaných údajů nelze určit

$\lambda^\infty(NH_4OH) = \lambda^\infty(NH_4^+) + \lambda^\infty(OH^-) = \lambda^\infty(NH_4Cl) + \lambda^\infty(NaOH) - \lambda^\infty(NaCl) =$

$= 0{,}0150 + 0{,}0247 - 0{,}0126 =$

$= 0{,}0271$ S m^2 mol^{-1}

Disociační konstanta z vodivostních měření

Změříte konduktivitu vodného roztoku slabé jednosytné kyseliny BH o analytické koncentraci c_0. Jak vypočítáte rovnovážnou konstantu disociace kyseliny BH pro standardní stav $c^{st} = 1$ mol dm^{-3}.

$BH = B^- + H^+$

Bilance: $c_{BH} = c_0\,(1 - \alpha)$

$c_{B-} = c_{H+} = c_0\,\alpha$

$$K = \frac{a_{B^-} \cdot a_{H^+}}{a_{BH}} = \frac{\gamma_- \cdot c_{B^-} \cdot \gamma_+ \cdot c_{H^+}}{\gamma_{BH} \cdot c_{BH}} \cdot \frac{1}{c^{st}} = \frac{\gamma_\pm^2 \cdot c_0 \cdot \alpha^2}{\gamma_{BH} \cdot (1-\alpha)} \qquad (c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3})$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda^\infty}$$

$\lambda^\infty = \lambda^\infty(H^+) + \lambda^\infty(B^-)$ [z tabulek: $\lambda^\infty(H^+)$, $\lambda^\infty(B^-)$]

z experimentální hodnoty konduktivity $\lambda = \frac{\kappa}{c_0} = \frac{\kappa_{roztok} - \kappa_{voda}}{c_0}$

Potřebujeme: konduktivitu použité vody, limitní molární vodivosti iontů,

---

Galvanické články

Jestliže v galvanickém článku, jehož elektrodami jsou zinkové amalgamy rozdílné koncentrace ponořené do společného roztoku síranu zinečnatého,

$$\ominus \;\; ZnHg\,(c_1) \,|\, ZnSO_4\,(aq) \,|\, ZnHg\,(c_2) \;\; \oplus$$

zvýšíme střední aktivitu síranu zinečnatého v roztoku desetkrát, pak elektromotorické napětí článku při teplotě 298 K

(A) vzroste o 29,6 mV

(B) klesne o 59,2 mV

*(C) se nezmění

(D) se změní o hodnotu, kterou nelze určit bez znalosti aktivit zinku v obou amalgamových elektrodách

---

$\ominus\; ZnHg\,(c_1) = Zn^{2+}(aq) + 2\,e + Hg(\ell)$ $\quad E_{levý} = E^\ominus(Zn|Zn^{2+}) - \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{Hg} \cdot a_{Zn^{2+}}}{(a_{ZnHg})_1}$

$\oplus\; Zn^{2+}(aq) + 2\,e + Hg(\ell) = ZnHg\,(c_2)$ $\quad E_{pravý} = E^\ominus(Zn^{2+}|Zn) - \frac{RT}{2F} \ln \frac{(a_{ZnHg})_2}{a_{Hg} \cdot a_{Zn^{2+}}}$

$E^\ominus(Zn|Zn^{2+}) = -\,E^\ominus(Zn^{2+}|Zn)$

$E = E_{levý} + E_{pravý} = \frac{RT}{2F} \ln \frac{(a_{ZnHg})_2}{(a_{ZnHg})_1}$ - nezmění se, nezávisí na aktivitě $ZnSO_4$

Galvanické články

Je možné z naměřené hodnoty rovnovážného napětí článku

$$\ominus\; Fe(s) \,|\, FeCl_3\,(c) \,|\, Cl_2\,(p) \,|\, Pt\; \oplus$$

zjistit střední aktivitní koeficient $FeCl_3$? Jaké další údaje k tomu potřebujete?

---

1. $\ominus$ Fe (g) = Fe^{3+} (aq) + 3 e $\qquad E_1 = E^{\ominus}(Fe|Fe^{3+}) - \dfrac{RT}{3F} \ln a_{Fe^{3+}}$

2. $\oplus$ Cl_2 (g) + 2 e = 2 Cl^- (aq) $\qquad E_2 = E^{\ominus}(Cl_2|Cl^-) - \dfrac{RT}{2F} \ln \dfrac{a^2_{Cl^-}}{a_{Cl_2}}$

$E^{\ominus}(Fe|Fe^{3+})$ a $E^{\ominus}(Cl_2|Cl^-)$ je třeba vyhledat v tabulkách

$a_{Cl_2} = \dfrac{p_{Cl_2}}{p^{st}}$

$FeCl_3 = Fe^{3+} + 3\ Cl^-$

$c_{Fe^{3+}} = c \quad , \quad c_{Cl^-} = 3\ c \quad , \quad z_K = 3 \quad , \quad z_A = 1$

$$a_{Fe^{3+}} \cdot a^3_{Cl^-} = \gamma_{Fe^{3+}} \cdot \frac{c_{Fe^{3+}}}{c^{st}} \cdot \left(\gamma_{Cl^-} \cdot \frac{c_{Cl^-}}{c^{st}} \right)^3 = \gamma^4_{\pm} \cdot c \cdot (3\ c)^3 = \gamma^4_{\pm} \cdot 27 \cdot c^4 \quad , \quad c^{st} = 1 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$E = E_1 + E_2 = -E^{\ominus}(Fe^{3+}|Fe) + E^{\ominus}(Cl_2|Cl^-) - \underbrace{\frac{RT}{3F} \ln a_{Fe^{3+}} - \frac{RT}{F} \ln a_{Cl^-}}_{\frac{RT}{3F} \ln (a_{Fe^{3+}} \cdot a^3_{Cl^-}) = \frac{RT}{3F} \cdot \ln (\gamma^4_{\pm} \cdot 27 \cdot c^4)}$$

Definice reakční rychlosti

V roztoku probíhá reakce **A + 2 B = 3 C + 1/2 D**

Časová změna látkového množství B je $dn_B/d\tau = -0{,}02$ mol s^{-1}. Vypočítejte

(a) reakční rychlost J, odpovídající uvedené stechiometrické rovnici,

(b) rychlosti úbytku a přírůstku složek A, C a D.

(a) $J = \dfrac{dn_A}{(-1)\,d\tau} = \dfrac{dn_B}{(-2)\,d\tau} = \dfrac{dn_C}{(+3)\,d\tau} = \dfrac{dn_D}{(+\frac{1}{2})\,d\tau} \quad \Rightarrow \quad J = \dfrac{-0{,}02}{-2} = 0{,}01 \text{ mol s}^{-1}$

(b) $\dfrac{dn_A}{d\tau} = -J = -0{,}01 \text{ mol s}^{-1}$

$\dfrac{dn_C}{d\tau} = 3\ J = 3 \cdot 0{,}01 = 0{,}03 \text{ mol s}^{-1}$

$\dfrac{dn_D}{d\tau} = J = \frac{1}{2} \cdot 0{,}01 = 0{,}005 \text{ mol s}^{-1}$

Rozměr rychlostní konstanty

Rychlostní konstanta reakce řádu n = 3,5 má rozměr

(A) $cm^{3,5}\ mol^{-1,5}\ s^{-1}$

*(B) $dm^{7,5}\ mol^{-2,5}\ h^{-1}$

(C) $m^{-2,5}\ min^{-1}$

(D) $dm^{-7,5}\ mol^{-2,5}\ s^{-1}$

$$r = -\frac{dc_A}{d\tau} = k_c \cdot c^{3,5}_A$$

$[k_c]$ = koncentrace$^{(1-n)}$ čas^{-1}

(A): $\quad (\text{mol cm}^{-3})^{-2,5}\ \text{s}^{-1} = \text{cm}^{7,5}\ \text{mol}^{-2,5}\ \text{s}^{-1}$

(B): $\quad (\text{mol dm}^{-3})^{-2,5}\ \text{h}^{-1} = \text{dm}^{7,5}\ \text{mol}^{-2,5}\ \text{s}^{-1}$

(C): $\quad r = -\dfrac{dp_A}{d\tau} = k_p \cdot p^{3,5}_A \quad , \quad [k_p] = \text{tlak}^{(1-n)}\ \text{čas}^{-1} = \text{kPa}^{-2,5}\ \text{min}^{-1}$

Integrální rovnice

Při reakci prvého řádu s rychlostní konstantou $1 \cdot 10^{-4}$ s^{-1} za dobu 2,54 hodiny bude z výchozí látky přeměněno
(A) 0,6 %
(B) 6 %
(C) 60 %

$$\ln \frac{c}{c_0} = -k\,\tau = -\,1 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}54 \cdot 3600 = -0{,}9144$$

$$c = 0{,}4\; c_0$$

$$c - c_0 = \; 0{,}6\; c_0$$

$$\frac{c - c_0}{c_0} = 0{,}60$$

Teplotní závislost reakční rychlosti

Jakou aktivační energii mají reakce, jejichž rychlost se v okolí teploty 400 K při zvýšení teploty o 10 stupňů zvýší na dvojnásobek?

$\Delta T = 10$ K , $\quad k_2 = 2\, k_1$

$$\frac{E^*}{\boldsymbol{R} T^2} = \frac{\mathrm{d} \ln k}{\mathrm{d} T} \cong \frac{\Delta \ln k}{\Delta T} = \frac{\ln k_2 - \ln k_1}{\Delta T} = \frac{\ln (k_2 / k_1)}{\Delta T} = \frac{\ln 2}{10}$$

$$E^* = 8{,}314 \cdot 400^2 \cdot \ln 2 \,/10 = 92205{,}2 \text{ J/mol} = 92 \text{ kJ/mol}$$

Simultánní reakce

V systému probíhají současně tyto elementární reakce:

$$\mathrm{R} + \mathrm{S} \xrightarrow{k_{c1}} 2\,\mathrm{B}$$

$$\mathrm{S} + \mathrm{D} \xrightarrow{k_{c2}} 2\,\mathrm{R}$$

$$\mathrm{B} \xrightarrow{k_{c3}} \mathrm{D}$$

Napište diferenciální kinetické rovnice pro rychlosti změny koncentrací jednotlivých složek.

$$\frac{\mathrm{d}c_\mathrm{R}}{\mathrm{d}\tau} = -\,k_{c1} \cdot c_\mathrm{R} \cdot c_\mathrm{S} + 2\,k_{c2} \cdot c_\mathrm{S} \cdot c_\mathrm{D} \quad , \qquad \frac{\mathrm{d}c_\mathrm{S}}{\mathrm{d}\tau} = -\,k_{c1} \cdot c_\mathrm{R} \cdot c_\mathrm{S} - k_{c2} \cdot c_\mathrm{S} \cdot c_\mathrm{B}$$

$$\frac{\mathrm{d}c_\mathrm{B}}{\mathrm{d}\tau} = 2\,k_{c2} \cdot c_\mathrm{S} \cdot c_\mathrm{D} - k_{c3} \cdot c_\mathrm{B} \quad , \qquad \frac{\mathrm{d}c_\mathrm{D}}{\mathrm{d}\tau} = -\,k_{c2} \cdot c_\mathrm{S} \cdot c_\mathrm{D} - k_{c3} \cdot c_\mathrm{B}$$

Simultánní reakce

Reakce, kterou je možno schematicky zapsat jako

$$\mathbf{A} + \tfrac{1}{2}\,\mathbf{B} \rightleftarrows \mathbf{D} + 2\,\mathbf{E},$$

probíhá ve vodném roztoku kinetikou druhého řádu v obou směrech. Sestavte bilanci pro případ, že vycházíme z roztoku, který obsahuje všechny složky v koncentracích $c_{\mathrm{A}0}$, $c_{\mathrm{B}0}$, $c_{\mathrm{D}0}$ a $c_{\mathrm{E}0}$ a napište diferenciální kinetickou rovnici pro x (rozsah reakce vyjádřený v koncentracích).

$x = \xi / V$

$c_A = c_{A0} - x$ $\quad$ $dc_A = -dx$

$c_B = c_{B0} - 0{,}5\,x$ $\quad$ $dc_B = -0{,}5\,dx$

$c_D = c_{D0} + x$ $\quad$ $dc_A = +dx$

$c_E = c_{E0} + 2\,x$ $\quad$ $dc_A = +2\,dx$

$$r = \frac{dc_A}{(-1)\,d\tau} = \frac{dc_B}{(-0{,}5)\,d\tau} = \frac{dc_D}{(+1)\,d\tau} = \frac{dc_E}{(+2)\,d\tau} = \frac{dx}{d\tau} = k_+ \cdot c_A \cdot c_B - k_- \cdot c_D \cdot c_E$$

$$\frac{dx}{d\tau} = k_+ \cdot (c_{A0} - x) \cdot (c_{B0} - 0{,}5\,x) - k_- \cdot (c_{D0} + x) \cdot (c_{E0} + 2\,x)$$

Simultánní reakce

V systému, který tvoří původně čistá látka A, mohou probíhat dvě následné reakce

$$A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$$

Koncentrace meziproduktu B v reagujícím systému bude velmi malá v případě, že rychlostní konstanta prvé reakce bude

(A) řádově větší než

*(B) řádově menší než

(C) stejná jako

rychlostní konstanta druhé reakce.

Mechanismy chemických reakcí

Při reakci jodovodíku s alkyljodidy vzniká uhlovodík a jod. Reakce probíhá současně přímou interakcí jodovodíku s alkyljodidem:

$$HI + RI \xrightarrow{k_1} RH + I_2$$

a produkty reakce vznikají i dalšími reakcemi:

$$RI \xrightarrow{k_2} R^\bullet + I^\bullet$$

$$R^\bullet + HI \xrightarrow{k_3} RH + I^\bullet$$

$$R^\bullet + I_2 \xrightarrow{k_4} RI + I^\bullet$$

$$I^\bullet + I^\bullet \xrightarrow{k_5} I_2$$

kde $R^\bullet$ je nestálý meziprodukt. Odvoďte vztah pro celkovou rychlost tvorby uhlovodíku RH.

R – nestálý meziprodukt, platí $r_R = 0$:

$$\frac{dc_R}{d\tau} = k_2 \cdot c_{RI} - k_3 \cdot c_{HI} \cdot c_R - k_4 \cdot c_R \cdot c_{I_2} = 0 \quad \Rightarrow \quad c_R = \frac{k_2 \cdot c_{RI}}{k_3 \cdot c_{HI} + k_4 \cdot c_{I_2}}$$

Rychlost reakce = rychlost vzniku RH:

$$\frac{dc_{RH}}{d\tau} = k_1 \cdot c_{HI} \cdot c_{RI} + k_3 \cdot c_R \cdot c_{HI}$$

$$= k_1 \cdot c_{HI} \cdot c_{RI} + k_3 \cdot \frac{k_2 \cdot c_{RI}}{k_3 \cdot c_{HI} + k_4 \cdot c_{I_2}} \cdot c_{HI} =$$

$$\frac{dc_{RH}}{d\tau} = \left(k_1 + \frac{k_2 \cdot k_3}{k_3 \cdot c_{HI} + k_4 \cdot c_{I_2}} \right) \cdot c_{HI} \cdot c_{RI}$$

Youngova rovnice

Úhel smáčení se blíží nule, jestliže vzájemný poměr velikostí povrchových napětí a mezifázových napětí $\gamma_S : \gamma_L : \gamma_{LS}$ (kde index S označuje pevnou látku a L kapalinu) je roven

(A) 1 : 1 : 1 ,
*(B) 3 : 2 : 1 ,
*(C) 2 : 1 : 1 ,
*(D) 5 : 3 : 2 .

$\gamma_S = \gamma_{SL} + \gamma_L \cdot \cos\theta$

(A) $\gamma_S = 1,\ \gamma_L = 1,\ \gamma_{LS} = 1$ $\quad \cos\theta = \frac{\gamma_S - \gamma_{SL}}{\gamma_L} = \frac{1-1}{1} = 0 \quad \Rightarrow \quad \theta = 90°$

(B) $\gamma_S = 3,\ \gamma_L = 2,\ \gamma_{LS} = 1$ $\quad \cos\theta = \frac{\gamma_S - \gamma_{SL}}{\gamma_L} = \frac{3-1}{2} = 1 \quad \Rightarrow \quad \theta = 0°$

(C) $\gamma_S = 2,\ \gamma_L = 1,\ \gamma_{LS} = 1$ $\quad \cos\theta = \frac{\gamma_S - \gamma_{SL}}{\gamma_L} = \frac{2-1}{1} = 1 \quad \Rightarrow \quad \theta = 0°$

(D) $\gamma_S = 5,\ \gamma_L = 3,\ \gamma_{LS} = 2$ $\quad \cos\theta = \frac{\gamma_S - \gamma_{SL}}{\gamma_L} = \frac{5-2}{3} = 1 \quad \Rightarrow \quad \theta = 0°$

Kapilární elevace

Stěna postavená na vlhké půdě nasákla vlhkostí do výše 3 m nad hladinou spodní vody. Je-li povrchové napětí vody 75 mN/m a úhel smáčení nulový, lze poloměr pórů odhadnout na

(A) 0,5 mm
(B) 0,05 mm
*(C) 5 μm

Při neúplném smáčení by výška navlhlé stěny byla vyšší nebo nižší?

$h\,\rho\,g\,R\cos\theta = 2\,\gamma$

Pro $\theta = 0$ je $\cos\theta = 1$

$\gamma = 0{,}075$ N/m , $h = 3$ m , $\rho = 1000$ kg m^{-3} , $g = 9{,}81$ m s^{-2}

$$R = \frac{2\,\gamma}{\rho\,g\,h} = \frac{2 \cdot 0{,}075}{1000 \cdot 9{,}81 \cdot 3} = 5{,}1 \cdot 10^{-6}\ \text{m} = 5{,}1\ \mu\text{m}$$

Neúplné smáčení: $0 < \theta < 90°$, $0 \le \cos\theta \le 1$

$$h = \frac{2\,\gamma}{\rho\,g\,R} \cdot \cos\theta \le 3$$

Smáčení

Kapalina nevstupuje do pórů tuhé látky samovolně, nýbrž pouze pod přetlakem tehdy, jestliže práce potřebná na vytvoření plošné jednotky mezifázového rozhraní tuhá látka-kapalina je

*(A) větší
(B) menší

než práce nutná k vytvoření jednotkového volného povrchu pevné látky

---

(A) $\gamma_S < \gamma_{LS}$

$\gamma_S - \gamma_{LS} < 0$ kde $\gamma_S = \gamma_{LS} + \gamma_L \cdot \cos\theta$ (Youngova rovnice)

$\gamma_S - \gamma_{LS} = \gamma_L \cdot \cos\theta$

$\gamma_L \cdot \cos\theta < 0 \Rightarrow \cos\theta < 0$ $(\gamma_L > 0)$,

$90° < \theta < 180°$ - kapalina nesmáčí tuhou látku - nevstupuje do pórů

(B) $\gamma_S > \gamma_{LS}$

$\gamma_S - \gamma_{LS} > 0$ kde $\gamma_S = \gamma_{LS} + \gamma_L \cdot \cos\theta$ (Youngova rovnice)

$\gamma_S - \gamma_{LS} = \gamma_L \cdot \cos\theta$

$\gamma_L \cdot \cos\theta > 0 \Rightarrow \cos\theta > 0$ $(\gamma_L > 0)$,

$0° < \theta < 90°$ - kapalina smáčí tuhou látku - vstupuje do pórů

Rozestírání

Oktan se rozestírá po povrchu vody. Zavedením hydroxylové skupiny do molekuly oktanu (za vzniku *n*-oktylalkoholu) se kohezní práce rozestírané kapaliny zvětší asi o 20 %, adhezní práce vůči vodě však vzroste více než dvojnásobně.

Příčinou této skutečnosti je orientace molekul oktanolu na rozhraní s vodou, a to

(A) uhlovodíkovými řetězci

*(B) hydroxylovými skupinami

směrem do vodné fáze.

Následkem této skutečnosti je, že z obou kapalin má vyšší hodnotu Harkinsova rozestíracího koeficientu

(C) oktan

*(D) oktanol

$(W_k)_{oktanol} = 1{,}2\ (W_k)_{oktan}$

$(W_a)_{oktanol/voda} \approx 2\ (W_a)_{oktan/voda}$

$S_{oktan/voda} = (W_a)_{oktan/voda} - (W_k)_{oktan}$

$S_{oktanol/voda} = (W_a)_{oktanol/voda} - (W_k)_{oktanol} = 2\ (W_a)_{oktan/voda} - 1{,}2\ (W_k)_{oktan}$

C) $S_{oktan/voda} > S_{oktanol/voda}$

$(W_a)_{oktan/voda} - (W_k)_{oktan} > 2\ (W_a)_{oktan/voda} - 1{,}2\ (W_k)_{oktan}$

$0 > (W_a)_{oktan/voda} - 0{,}2\ (W_k)_{oktan}$

Je-li $S_{oktan/voda} = (W_a)_{oktan/voda} - (W_k)_{oktan} > 0$, pak by mělo být i $(W_a)_{oktan/voda} - 0{,}2\ (W_k)_{oktan} > 0$

D) $S_{oktanol/voda} > S_{oktan/voda}$

$2\ (W_a)_{oktan/voda} - 1{,}2\ (W_k)_{oktan} > (W_a)_{oktan/voda} - (W_k)_{oktan}$

$(W_a)_{oktan/voda} - 0{,}2\ (W_k)_{oktan} > 0$

Rozestírání

Označte správné tvrzení:

(A) Rozestírá-li se kapalina A na kapalině B, pak se určitě také rozestírá kapalina B na kapalině A

*(B) Rozestírá-li se kapalina A na kapalině B, pak kapalina B se určitě nerozestírá na kapalině A

(C) Jestliže se kapalina A nerozestírá na kapalině B, pak se určitě kapalina B rozestírá na kapalině A

(D) Žádné z uvedených tvrzení není správné

(A) A se rozestírá na povrchu B, je-li Harkinsův rozestírací koeficient je kladný:

$S_{A/B} = \gamma_B - \gamma_A - \gamma_{AB} > 0$ může současně platit $S_{B/A} = \gamma_A - \gamma_B - \gamma_{AB} > 0$?

$\Downarrow$

$\gamma_B - \gamma_A > \gamma_{AB} \Rightarrow \gamma_A - \gamma_B < -\gamma_{AB}$

$S_{B/A} < -2\ \gamma_{AB} \Rightarrow S_{B/A} < 0$

B se po A nerozestírá

(B) A se rozestírá na povrchu B, je-li Harkinsův rozestírací koeficient je kladný:

$S_{A/B} = \gamma_B - \gamma_A - \gamma_{AB} > 0$ platí současně $S_{B/A} = \gamma_A - \gamma_B - \gamma_{AB} < 0$?

$\Downarrow$

$\gamma_B - \gamma_A > \gamma_{AB} \Rightarrow \gamma_A - \gamma_B < -\gamma_{AB}$ $\quad S_{B/A} < -2\,\gamma_{AB} \Rightarrow S_{B/A} < 0$

B se po A nerozestírá

C) A se nerozestírá na povrchu B, je-li Harkinsův rozestírací koeficient je záporný:

$S_{A/B} = \gamma_B - \gamma_A - \gamma_{AB} < 0$ je současně $S_{B/A} = \gamma_A - \gamma_B - \gamma_{AB} > 0$?

$\Downarrow$

$\gamma_B - \gamma_A < \gamma_{AB} \Rightarrow \gamma_A - \gamma_B > -\gamma_{AB}$ $\quad S_{B/A} > -2\,\gamma_{AB} \Rightarrow S_{B/A} < 0$

B se po A nerozestírá

Kelvinova rovnice

Tlak nasycené páry nad submikroskopickou kapénkou daných rozměrů je o 10 % vyšší nežli tlak páry nad objemovou fází. Aby toto zvýšení bylo 21 %, je třeba

*(A) zmenšit

(B) zvětšit

poloměr kapénky

(C) o 11 %,

(D) o 21 %,

*(E) o 50 %.

$$\left.\begin{aligned} \boldsymbol{R}T \cdot \ln \frac{p^s_{r1}}{p^s_\infty} &= \frac{2\,\gamma\, V^{(\ell)}_m}{r_1} \quad , \quad \frac{p^s_{r1}}{p^s_\infty} = 1{,}1 \\ \boldsymbol{R}T \cdot \ln \frac{p^s_{r2}}{p^s_\infty} &= \frac{2\,\gamma\, V^{(\ell)}_m}{r_2} \quad , \quad \frac{p^s_{r2}}{p^s_\infty} = 1{,}21 \end{aligned}\right\} \quad \frac{r_2}{r_1} = \frac{\ln 1{,}1}{\ln 1{,}21} = 0{,}5$$

Kelvinova rovnice

Tlak nasycené páry nad kapalinou v submikroskopické kapiláře ve srovnání s tlakem páry nad kapalinou v objemové fázi

(A) není nikdy nižší,

(B) není nikdy vyšší,

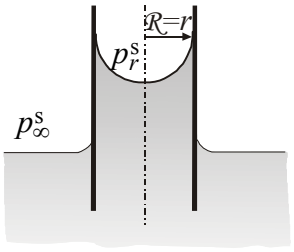
*(C) je nižší tehdy, vnikla-li kapalina do póru samovolně.

*(D) je vyšší tehdy, bylo-li kapalinu nutno do póru přivést pod přetlakem.

C: Kapalina vniká do kapilár, jestliže smáčí materiál kapiláry :

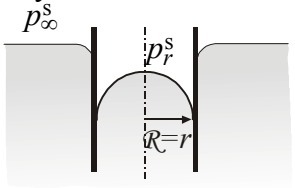
$0 < \theta < 90°$, tvoří konkávní meniskus

$$\ln \frac{p^s_r}{p^s_\infty} = -\frac{2 \cdot \gamma \cdot V^{\ell}_m}{RT \cdot r}$$



D: Kapalina nevniká do kapilár samovolně, jestliže nesmáčí materiál kapiláry :

$$\ln \frac{p^s_r}{p^s_\infty} = \frac{2 \cdot \gamma \cdot V^{\ell}_m}{RT \cdot r}$$



Elektrická dvojvrstva

Nejobecnějším modelem elektrické dvojvrstvy, jehož speciálními případy jsou oba ostatní modely, je dvojvrstva

(A) Helmholtzova,
(B) Gouyho,
*(C) Sternova,

Při malých koncentracích elektrolytu v objemové fázi se chování dvojvrstvy blíží chování mezného modelu uvedeného

(D) sub A,
*(E) sub B,
(F) sub C.

Naopak mezný případ velkých koncentraci.elektrolytu vystihuje model dvojvrstvy uvedený

*(G) sub A.
(H) sub B.
(I) sub C.

Elektrokinetické jevy

Potenciální rozdíl mezi různými výškami vznikající při pádu drobných kapének (vodopád, vertikální pohyb mraků) je svou podstatou

(A) elektrokinetický potenciál,
*(B) sedimentační potenciál,
(C) proudový potenciál,
*(D) jev inversní k elektroforéze,
(E) jev inversní k elektroosmóze.

Sedimentace

Sedimentační rovnováha je stav, ve kterém

*(A) rozložení koncentrací s výškou je časově neměnné.
(B) koncentrace dispersního podílu je ve všech místech stejná.
(C) gravitační síla zmenšená o vztlak je v rovnováze s frikčním odporem prostředí.

Membránová rovnováha

Stejně velké komory jsou od sebe odděleny dialyzační membránou, v levé (L) je roztok polyelektrolytu $(Na^+)_2\,R^{2-}$ o koncentraci c_1 ,v pravé (P) destilovaná voda. V každé z nich nyní rozpustíme malé množství bromidu sodného (koncentrace c_2). Po ustavení rovnováhy zjistíme, že koncentrace bromidového aniontu je

(A) v komoře L vyšší než v P,
(B) v obou komorách stejná,
*(C) v komoře P vyšší než v L.

$(Na^+)_2\,R^{2-} = 2\,Na^+ + R^{2-}$ .....c_1
$NaBr = Na^+ + Br^-$ .....c_2

	na počátku		v rovnováze	
	L	P	L	P
R^{2-}	c_1	0	c_1	0
Na^+	$2\,c_1 + c_2$	c_2	$2\,c_1 + c_2 - x$	$c_2 + x$
Br^-	c_2	c_2	$c_2 - x$	$c_2 + x$

(C): $(c_2 + x)_P > (c_2 - x)_L$

Membránová hydrolýza

Jednu komoru dialysátoru (I) naplníme vodným roztokem polystyrensulfonanu sodného, druhou komorou (II) necháme nepřetržitě protékat destilovanou vodu. Obě komory jsou od sebe odděleny dialysační membránou. Po nekonečně dlouhé době bude v prvé komoře

(A) původní roztok

*(B) vodný roztok kyseliny polystyrensulfonové

(C) čistá voda

$(Na^+)R^- = Na^+ + R^-$

$Na^+ + R^- + H_2O = \underbrace{Na^+ + OH^-}_{II} + \underbrace{R^- + H^+}_{I}$

	na počátku		v průběhu dialýzy	
	I	II	I	II
R^-	c	0	c	0
Na^+	c	0	$c - x$	x
OH^-				x
H^+			x	

Disperzní částice jsou tvořeny zpravidla jednou molekulou (resp. jedním iontem) disperzního podílu

*(A) u roztoků vysokomolekulárních neelektrolytů,

(B) u lyofobních solů,

(C) u micelárních (asociativních) koloidů,

*(D) u pravých roztoků.

Střední molární hmotnosti

Směs složená ze stejného látkového množství polymeru o molární hmotnosti $M_1 = 1 \cdot 10^4$ g mol^{-1} a polymeru o $M_2 = 1 \cdot 10^5$ g mol^{-1} má číselný průměr molární hmotnosti

(A) 18 200

(B) 32 400

*(C) 55 000

a hmotnostní průměr

(D) 32 400

(E) 55 000

*(F) 91 800

$n_1 = n_2 \quad \Rightarrow \quad x_1 = x_2 = 0{,}5$

$\bar{M}_N = 0{,}5 \cdot \ 1 \cdot 10^4 + 0{,}5 \cdot \ 1 \cdot 10^5 = 55000$ g mol^{-1}

$$w_1 = \frac{x_1 \cdot M_1}{x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2} = \frac{x_1 \cdot M_1}{\bar{M}_N} = \frac{0{,}5 \cdot 10^4}{55000} = 0{,}09091$$

$\bar{M}_W = 0{,}09091 \cdot 1 \cdot 10^4 + (1 - 0{,}09091) \cdot 1 \cdot 10^5 = 91818{,}2$ g mol^{-1}

Lyofobní soly

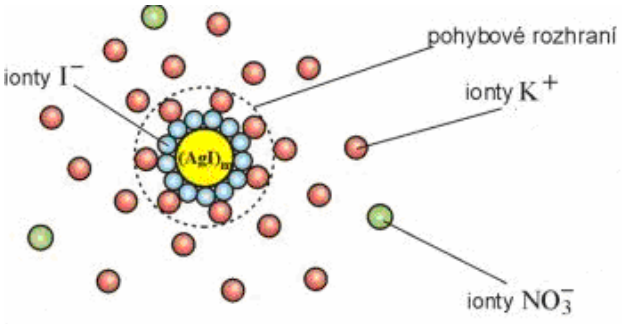
U lyofobního solu AgI, vzniklého reakcí zředěného roztoku $AgNO_3$ s mírným přebytkem zředěného roztoku KI, je vnitřní část elektrické dvojvrstvy tvořena ionty

(A) Ag^+
(B) K^-
(C) NO_3^-
*(D) I^-

a ve vnější části převládají ionty

(E) Ag^+.
*(F) K^+.
(G) NO_3^-
(H) I^-

Podle Panethova-Fajansova pravidla se adsorbují ionty, které s některým iontem mřížky tvoří nerozpustnou sloučeninu.



Emulze

Byla změřena elektrická vodivost dvou různých emulzí. Emulze 1 je vodivá, emulze 2 prakticky nevodivá. Z toho usoudíme, že

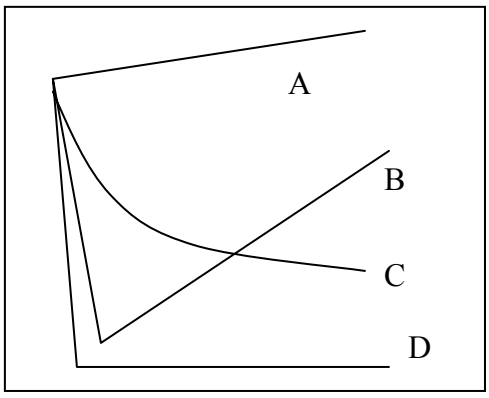
(A) emulze 1 je typu V/O
*(B) emulze 2 je typu V/O
*(C) emulze 1 je typu O/V
(D) emulze 2 je typu O/V

Emulze je vodivá, je-li vodivá vnější – spojitá - fáze

Asociativní (micelární koloidy)

Koncentrační závislosti povrchového napětí roztoku asociativní povrchově aktivní látky odpovídá křivka

(A)
(B)
(C)
*(D)



Pod kritickou micelární koncentrací jsou v roztoku jednotlivé molekuly, které jsou povrchově aktivní (jsou amfifilní), zatímco nad touto koncentrací se tvoří micely, které povrchově aktivní nejsou, proto povrchové napětí při dalším zvyšování koncentrace už neklesá